

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/061751 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C23C 14/04**,  
F16J 9/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002531

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. November 2004 (17.11.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 59 802.2 19. Dezember 2003 (19.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **FEDERAL-MOGUL BURSCHIED GMBH**  
[DE/DE]; Bürgermeister-Schmidt-Strasse 17, 51399  
Burscheid (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FISCHER, Manfred**  
[DE/DE]; Neuenkamper Weg 42a, 42799 Leichlingen  
(DE). **HERBST-DEDERICHS, Christian** [DE/DE];  
Bellinghausen 10-12, 51399 Burscheid (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **FEDERAL-MOGUL  
BURSCHIED GMBH**; Patentabteilung - Manfred  
Zellerhoff, Bürgermeister-Schmidt-Strasse 17, 51399  
Burscheid (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

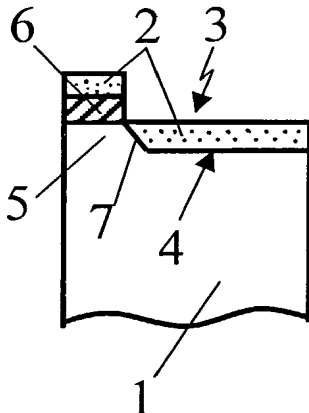
**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu  
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die  
folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU,  
AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,  
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON RING AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: KOLBENRING SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN



(57) Abstract: The invention relates to a piston ring comprising a running surface having a running surface profile, and an upper flank surface and a lower flank surface. At least the running surface is provided with a vapour-deposited layer such that part of the running surface is provided with a removable cover, enabling an essentially sharp-edged running edge to be formed between the running surface and at least one of the flank surfaces, once the vapour-deposited layer has been produced and the cover has been removed.

(57) Zusammenfassung: Kolbenring, beinhaltend eine mit einem Laufflächenprofil versehene Lauffläche sowie eine obere und eine untere Flankenfläche, wobei zumindest die Lauffläche mit einer Aufdampfschicht versehen ist, dergestalt, dass ein Teilbereich der Lauffläche mit einer entfernbaren Abdeckung versehen ist, so dass nach Erzeugung der Aufdampfschicht und Entfernung der Abdeckung eine im wesentlichen scharfkantige Laufkante zwischen der Lauffläche und zumindest einer der Flankenflächen gegeben ist.

WO 2005/061751 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Kolbenring sowie Verfahren zur Herstellung desselben

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kolbenring, beinhaltend eine mit einem Laufflächenprofil versehene Lauffläche sowie eine obere und eine untere Flankenfläche.

Der EP-B 0 702 097 ist ein Gleitkörper zu entnehmen, bei dem die Oberfläche eines Substrats mit einer Verbindung beschichtet ist, die mindestens Chromnitrid enthält, bei dem eine säulenartige Kristallstruktur in einer Spannungsbruchoberfläche der Beschichtung vorhanden ist, wobei die Säulen von der Substratoberfläche zu der Beschichtungs Oberfläche hin ausgerichtet sind. Die Porosität der Beschichtung soll auf der Basis von Chromnitrid zwischen 1,5 und 20 % liegen, wobei die Dicke der Beschichtung zwischen 1  $\mu\text{m}$  und 80  $\mu\text{m}$  beträgt. Bedarfsweise kann zwischen dem Grundwerkstoff und der Beschichtung eine aus Chrom bestehende Zwischenschicht vorgesehen werden. Der Gleitkörper kann ein Kolbenring sein, bei dem die Beschichtung mindestens auf der Umfangsgleitfläche vorgesehen ist. Der Gleitkörper soll entweder mit Metallnitrid oder mit Metallearbid beschichtet werden, wobei einerseits das PVD (Physical Vapour Deposition) und andererseits das CVD (Chemical Vapour Deposition) Verfahren zum Einsatz gelangen kann. Die Zusammensetzung der Beschichtung besteht hier aus CrN, Cr<sub>2</sub>N oder einer Mischung daraus, in einer einheitlichen Phase. Laufflächenbeschichtungen, die mit dem PVD, bzw. dem CVD-Verfahren auf der Lauffläche des Gleitkörpers (Kolbenringes) abgeschieden worden sind, haben für ihren technischen Einsatzfall sehr positive Effekte. Nachteilig ist, dass PVD-Schichten sich nicht wirtschaftlich schleifend bearbeiten lassen. Daher konnte bislang nur eine Kolbenringauslegung verwendet werden, die nach der Beschichtung keine Schleifbearbeitung erforderten.

Eine solche Auslegung ist in allen bekannten Fällen eine vollständig beschichtete Lauffläche. Da der Verbund zwischen PVD-Beschichtung und Grundwerkstoff unter sehr hohen Spannungen steht, muß zur Vermeidung von Kantenabplatzern eine stark

angefaste Kante eingesetzt werden. Diese allerdings reduziert die Fähigkeit des Rings zum Abstreifen von Öl beträchtlich.

Wünschenswert allerdings wäre, einen Ring mit einer PVD beschichteten Lauffläche und scharfen unteren Laufkante zu haben.

Kolbenringe mit scharfkantig ausgeprägten Laufkanten sind bekannt für ein optimales Ölabstreifverhalten. Selbiges lässt sich mit dem genannten Stand der Technik jedoch nicht realisieren, so dass trotz der hochwertigen Laufflächenbeschichtung der praktische Einsatzbereich eher nur bedingt gegeben ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den bekannten Stand der Technik gemäß EP-B 0 702 097 dahingehend weiterzubilden, dass zum einen nicht die vollständige Lauffläche mit einer derartigen Beschichtung versehen werden muss und zum anderen eine optimierte Ölabstreifwirkung im Betriebszustand gewährleistet wird.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Kolbenring, beinhaltend eine mit einem Laufflächenprofil versehene Lauffläche sowie eine obere und eine untere Flankenfläche, wobei zumindest die Lauffläche mit einer Aufdampfschicht versehen ist, dergestalt, dass ein Teilbereich der Lauffläche mit einer entfernbaren Abdeckung versehen ist, so dass nach Erzeugung der Aufdampfschicht und Entfernung der Abdeckung eine im wesentlichen scharfkantige Laufkante zwischen der Lauffläche und zumindest einer der Flankenflächen gegeben ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind den zugehörigen gegenständlichen Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zur Erzeugung einer Aufdampfschicht auf einer mit einem Laufflächenprofil versehenen Lauffläche eines Kolbenringes, indem ein mit dem Laufflächenprofil versehener Grundkörper außerhalb des Laufflächenprofils mit einer Abdeckung versehen, die Aufdampfschicht auf die

Lauffläche aufgebracht und anschließend die Abdeckung entfernt wird, so dass im Anschluß an die Entfernung der Abdeckung zwischen der Lauffläche und mindestens einer der Flankenflächen des Grundkörpers eine im wesentlichen scharfkantige Laufkante gebildet wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den zugehörigen verfahrensgemäßen Unteransprüchen zu entnehmen.

Durch den Erfindungsgegenstand kann somit das bewährte PVD oder CVD-Verfahren weiterhin sinnvoll eingesetzt werden und darüber hinaus auch der Effekt des Ölabstreifens vorteilhaft verbessert werden.

Der Erfindungsgegenstand baut auf in der Praxis eingesetzten Grundkörpern auf, die bereits mit unterschiedlichst gestalteten Laufflächenprofilen wie beispielsweise ein- oder mehrseitige Kammerungen partiell konische Laufflächenbereiche, Nuten oder dergleichen versehen sind. Ein weiterer Vorteil des Erfindungsgegenstandes ist darin begründet, dass je nach Anwendungsfall, der Grundkörper teilweise mit einer galvanischen Beschichtung versehen werden kann, die beispielsweise aus Chrom besteht. Der Grundkörper selber kann aus Stahl oder Guss bestehen.

In Analogie zum Stand der Technik gemäß EP-B 0 702 097 kann die Aufdampfschicht auf der Grundlage von Cr und N erzeugt und in gleicher Weise auf die Lauffläche des Grundkörpers aufgebracht werden.

Je nach Einsatzfall kann es sinnvoll sein, das Laufflächenprofil mit mindestens einer Hinterschneidung auszugestalten, so dass zwischen dem verbleibenden Steg bzw. der Kammerwand und der Aufdampfschicht an sich im Betriebszustand des Kolbenringes ein Ölhaltereservoir ausgebildet.

Ebenfalls denkbar ist, das Laufflächenprofil dergestalt auszuformen, dass ein poröser Übergangsbereich zwischen dem verbleibenden Steg bzw. der Kammerwand und der

Aufdampfschicht gebildet wird. Bedingt durch die Porosität können ebenfalls Bereiche zur Ölrückhaltung erzeugt werden.

Die entfernbaren Abdeckungen können unterschiedlichster Art sein, wobei der Fachmann für den jeweiligen Anwendungsfall die geeignete Abdeckung auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten auswählen wird. Die Abdeckung kann beispielsweise einstückig aus dem Material des Grundkörpers herausgeformt sein und nach Aufbringung der Aufdampfschicht vom Grundkörper abgetrennt werden. Hiermit ist der besondere Vorteil verbunden, dass die ansonsten nicht wirtschaftlich schleifbaren, sehr harten Aufdampfschichten durch einfache Weise entfernt werden können, so dass einerseits eine Verschleißschuttschicht und andererseits die im wesentlichen scharfkantige Laufkante gebildet wird. Ebenfalls denkbar sind Metall- oder Kunststoffbänder als Abdeckungen.

Der Erfindungsgegenstand ist anhand eines Ausführungsbeispieles in der Zeichnung dargestellt und wird wie folgt beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 Prinzipielle Darstellung eines Kolbenring-Beschichtungsverfahrens mit partieller Abdeckung der einzelnen Kolbenringe.

Figuren 2 bis 5 Beispiele unterschiedlich profilierter Kolbenringe, einerseits mit und andererseits mit entfernter Abdeckung.

Figur 1 zeigt als Prinzipskizze mehrere hintereinander aufgereihete Kolbenringe 1, die mit einer Aufdampfschicht 2 versehen sind. Ein jeder Kolbenring 1 verfügt über ein auf der Lauffläche 3 vorgesehene Laufflächenprofil 4, hier gebildet durch eine einseitige Kammerung. Der verbleibende Steg 5 ist mit einer entfernbaren Abdeckung 6 versehen. Nachdem die Abdeckung 6 aufgebracht ist, wird das Kolbenringpaket, gebildet aus den Kolbenringen 1 – wie beispielsweise in der EP-B 0 702 097 angesprochen – einer Aufdampfbeschichtung nach dem PVD-Verfahren unterzogen, dergestalt, dass die in diesem Beispiel aus CrN bestehende Aufdampfschicht 2 erzeugt wird. Im Anschluß an

die Beschichtung werden die Kolbenringe 1 vereinzelt und die Abdeckung 6 entfernt. Sofern noch ein Überstand im Bereich des Steges 5 gegeben sein sollte, kann dieser in einfacher Form soweit abgearbeitet werden, dass - soweit dies gewünscht ist - eine glatte Fläche mit der Aufdampfschicht 2 gegeben ist. Die Aufdampfschicht soll in diesem Beispiel 30 µm betragen.

Die Figuren 2 bis 5 zeigen Kolbenringe 1 mit unterschiedlichen Laufflächenprofilen 4, in unterschiedlichen Bearbeitungszuständen.

Die Figuren 2 a und 2 b zeigen eine unter einem Neigungswinkel in das Laufflächenprofil 4 einlaufende Schräge 7. Auf dem verbleibenden Steg 5 wird die Abdeckung 6 aufgebracht. Figur 2 b zeigt den Endzustand des Kolbenringes 1, nachdem die Abdeckung 6 entfernt wurde. Erkennbar ist, dass zwischen der Lauffläche 3 und in diesem Beispiel der unteren Flankenfläche 8 eine im wesentlichen scharfkantige Laufkante 9 gebildet ist.

In gleicher Weise sind die Figuren 3 a und 3 b zu werten, wobei hier ein gerundeter Bereich 10 gegeben ist, der vom Steg 5 in das Laufflächenprofil 4 einläuft. Die Abdeckung 6 soll in diesem Beispiel aus dem Grundwerkstoff des Kolbenringes 1 einstückig herausgeformt sein. Nach Aufbringung der Aufdampfschicht 2 kann im Bereich der Abdeckung 6 vorgesehenes Material abgeschliffen werden. Ist dies aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll, besteht die Möglichkeit, den Steg 5 beispielsweise durch Drehen oder Fräsen so weit abzutragen, bis beispielsweise eine plane Fläche mit der Aufdampfschicht 2 hergestellt ist. Der Fachmann wird hierbei abhängig vom Anwendungsfall das jeweilige Bearbeitungsverfahren auswählen. Auch hier wird – wie Figur 3 b zeigt - eine scharfe Laufflächenkante 9 nach Entfernung der Abdeckung 6 gebildet.

Die Figuren 4 a und 4 b zeigen eine weitere Variante. Der Kolbenring 1 wird nach Aufbringung der Aufdampfschicht 6 teilweise mit einer galvanischen Schicht 12, beispielsweise aus Chrom, versehen. Abweichend zu den Figuren 2 und 3 ist das Profil

4 dergestalt vorgesehen, dass hinterschnittene Bereiche 11 gebildet werden, in die das Aufdampfmaterial nur partiell oder gar nicht eindringen kann. Nach Entfernung der Abdeckung 6 werden hier – je nach Neigungswinkel – entweder poröse Bereiche gebildet oder aber sogar Kammern, die im Betriebszustand des Kolbenringes 1 als Ölhaltereservoirs dienen.

Die Figuren 5 a und 5 b zeigen eine weitere Variante eines Laufflächenprofils 4. Dargestellt ist eine mit Schrägen versehene Nut, wobei die äußeren Stege 5 jeweils mit einer Abdeckung 6 versehen werden. Nach Entfernung der Abdeckung 6 werden – wie Figur 5 b zeigt – zwischen der Lauffläche 3 und den Flankenflächen 8 scharfkantige Laufkanten 9 gebildet.



### Patentansprüche

1. Kolbenring, beinhaltend eine mit einem Laufflächenprofil (4) versehene Lauffläche (3) sowie eine obere und eine untere Flankenfläche (8), wobei zumindest die Lauffläche (3) mit einer Aufdampfschicht (2) versehen ist, dergestalt, dass ein Teilbereich der Lauffläche (3) mit einer entfernbaren Abdeckung (6) versehen ist, so dass nach Erzeugung der Aufdampfschicht (2) und Entfernung der Abdeckung (6) eine im wesentlichen scharfkantige Laufkante (9) zwischen der Lauffläche (3) und zumindest einer der Flankenflächen (8) gegeben ist.
2. Kolbenring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) durch eine Kammerung gebildet ist, wobei im Bereich mindestens eines der verbleibenden Stege (5) die entfernbare Abdeckung (6) vorgesehen ist.
3. Kolbenring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) durch einen partiell konisch sowie einen sich daran anschließenden zylindrisch geformten Bereich gebildet ist, wobei im zylindrischen Bereich die entfernbare Abdeckung (6) vorgesehen ist.
4. Kolbenring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) durch mindestens eine Nut gebildet ist, wobei zumindest einer der Stege (5) mit der entfernbaren Abdeckung (6) versehen ist.
5. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die entfernbare Abdeckung (6) aus dem Grundwerkstoff des Kolbenringes (1) einstückig herausgeformt ist.
6. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die entfernbare Abdeckung (6) durch Bänder oder Streifen gebildet ist.

7. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufdampfschicht (2) durch das PVD oder CVD-Verfahren in Stärken zwischen 5 und 70  $\mu\text{m}$  aufgebracht ist.
8. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Ringflanke (8) mit einer galvanischen Schicht (12) versehen ist.
9. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die galvanische Schicht (12) auf Basis von Chrom gebildet ist.
10. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Grundmaterial aus Stahl oder Guss.
11. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufdampfschicht (2) auf Basis von Cr und N erzeugbar ist.
12. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) mit mindestens einer Hinterschneidung (11) versehen ist, so dass zwischen dem Steg (5) und der Aufdampfschicht (2) ein Ölhaltereservoir gebildet ist.
13. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) dergestalt ausgebildet ist, dass ein poröser Übergangsbereich zwischen dem Steg (5) und der Aufdampfschicht (2) erzeugbar ist.
14. Kolbenring nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die scharfkantige Laufkante (9) zwischen der Lauffläche (3) und der unteren Flankenfläche (8) vorgesehen ist.
15. Verfahren zur Erzeugung einer Aufdampfschicht (2) auf einer mit einem Laufflächenprofil (4) vorgesehenen Lauffläche (3) eines Kolbenringes (1), indem

ein mit dem Laufflächenprofil (4) versehener Grundkörper außerhalb des Laufflächenprofils (4) mit einer Abdeckung (6) versehen, die Aufdampfschicht (2) auf die Lauffläche (3) aufgebracht und anschließend die Abdeckung (6) entfernt wird, so dass im Anschluß an die Entfernung der Abdeckung (6) zwischen der Lauffläche (3) und mindestens einer der Flankenflächen (8) des Grundkörpers eine im wesentlichen scharfkantige Laufkante (9) gebildet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufdampfschicht (2) durch das PVD- oder CVD-Verfahren erzeugt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper im Bereich mindestens einer der Flankenflächen (8) mit einer galvanischen Schicht (12) versehen wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufdampfschicht (2) auf Basis von Cr und N in einer Schichtdicke zwischen 5 und 70 µm erzeugt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) dergestalt ausgebildet wird, dass bei der Aufbringung der Aufdampfschicht (2) poröse Übergangsbereiche gebildet werden.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufflächenprofil (4) dergestalt ausgebildet wird, dass bei der Aufbringung der Aufdampfschicht (2) Hinterschneidungen (11) zur Ausbildung eines Ölhaltereservoirs gebildet werden.

Fig.1

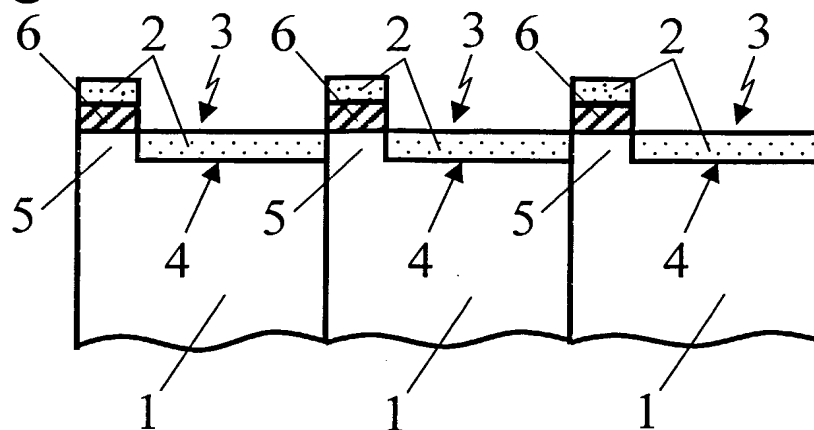


Fig.2a

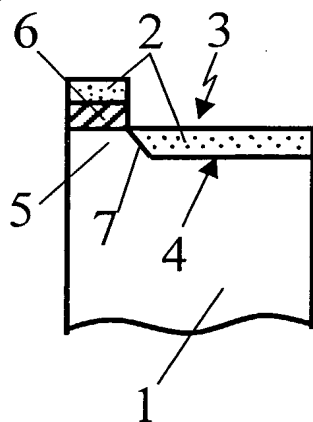


Fig.2b

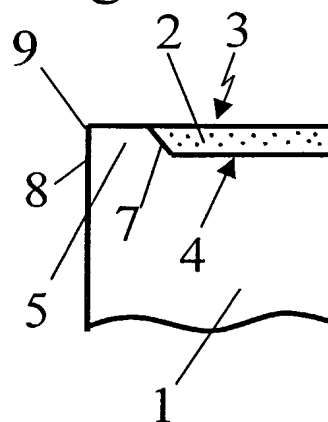


Fig.3a

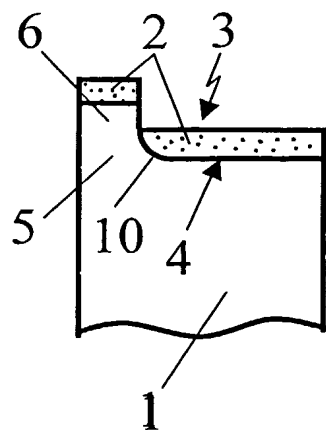


Fig.3b

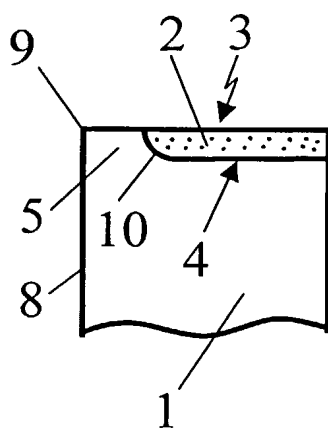


Fig.4a

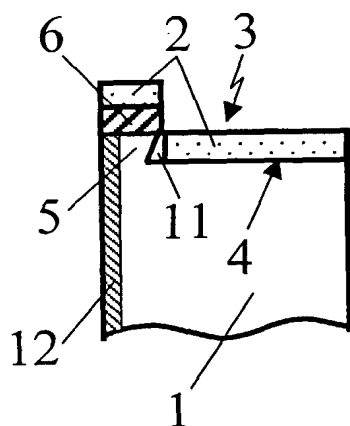


Fig.4b

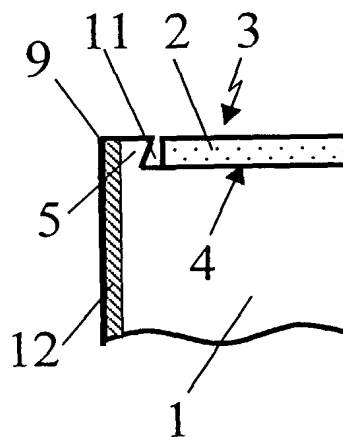


Fig.5a

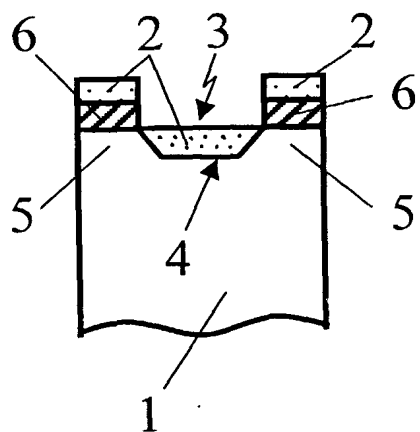
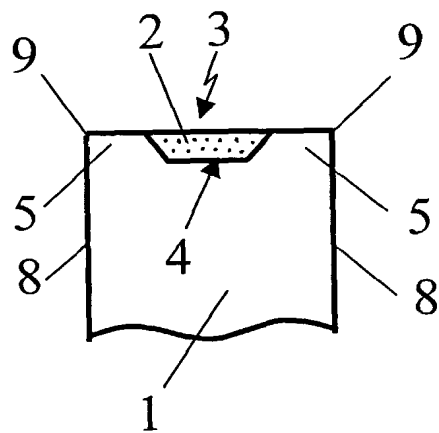


Fig.5b



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002531

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C23C14/04 F16J9/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C23C F16J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	EP 0 702 097 A (KABUSHIKI KAISHA RIKEN) 20 March 1996 (1996-03-20) cited in the application the whole document	1, 15
A	GB 710 950 A (THE BRITISH PISTON RING COMPANY LIMITED; THOMAS RALPH TWIGGER) 23 June 1954 (1954-06-23) the whole document	1, 15



Further documents are listed in the continuation of box C



Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"8" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 May 2005

Date of mailing of the international search report

17/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brothier, J-A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002531

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0702097	A	20-03-1996	CN 1116251 A ,C	07-02-1996
			US 5743536 A	28-04-1998
			EP 0702097 A1	20-03-1996
			DE 69421614 D1	16-12-1999
			DE 69421614 T2	07-12-2000
			US 5851659 A	22-12-1998
<hr/>				
GB 710950	A	23-06-1954	NONE	
<hr/>				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C23C14/04 F16J9/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C23C F16J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 702 097 A (KABUSHIKI KAISHA RIKEN) 20. März 1996 (1996-03-20) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,15
A	GB 710 950 A (THE BRITISH PISTON RING COMPANY LIMITED; THOMAS RALPH TWIGGER) 23. Juni 1954 (1954-06-23) das ganze Dokument	1,15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Mai 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Brothier, J-A



# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002531

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 0702097	A	20-03-1996	CN 1116251 A ,C	07-02-1996
			US 5743536 A	28-04-1998
			EP 0702097 A1	20-03-1996
			DE 69421614 D1	16-12-1999
			DE 69421614 T2	07-12-2000
			US 5851659 A	22-12-1998
<hr/>				
GB 710950	A	23-06-1954	KEINE	
<hr/>				